



从校园到职场

——数控机床维修入门与精通

数控机床典型系统 调试技术

王晓忠 梁彩霞 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

从校园到职场——数控机床维修入门与精通

数控机床典型系统调试技术

王晓忠 梁彩霞 主编



机械工业出版社

本书借鉴德国先进的职业教育教学模式,以就业为导向,以能力为本位,以职业实践为主线,以实践教学为主体的原则进行设计,简单论述了FANUC、SIEMENS、MITSUBISHI、华中以及广数五种典型数控系统,详细论述了数控系统的工作原理,详细介绍了五种典型数控系统的组成、数控面板操作、数控系统硬件连接、系统基本参数设定、PLC 调试步骤、加工功能调试以及电气控制回路设计要求等。使读者能够参照书中的图示和讲解,完成数控系统的使用和调试。

本书可作为职业院校数控技术、机械制造、机电一体化、自动控制应用和数控维护相关专业教材,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床典型系统调试技术/王晓忠,梁彩霞主编.

—北京:机械工业出版社,2011.8

(从校园到职场——数控机床维修入门与精通)

ISBN 978-7-111-35189-4

I. ①数… II. ①王…②梁… III. ①数控机床-调试方法 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第129121号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:周国萍 责任编辑:周国萍 黄南

版式设计:霍永明 责任校对:胡艳萍

封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·18印张·441千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35189-4

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑(010)88379733

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是《从校园到职场——数控机床维修入门与精通》丛书的一本。本书由长期从事数控机床开发的研究人员、数控机床生产管理人员和数控技术应用教学管理人员组成的编写组完成。

本书按照典型数控系统装配与调试工作过程，结合数控机床安装调试维修工职业资格考试的有关要求，以数控系统调试与装配生产案例为教学形式，主要介绍了 FANUC 0i、SINUMERIK 802D、MITSUBISHI E68/M64、华中 HNC21、广数 GSK980 五种典型数控系统的结构组成、装配、调试与维修要点；电气控制元器件的选择、性能测试与装接；CNC 控制单元的电气连接与调试；进给驱动系统和主轴驱动系统的安装、调试，常见故障诊断与维修等内容。

本书充分体现“教、学、做合一”的职教特色，是实施理实一体化课程最好的教材。本书主要特色为：

- 1) 由国内最常用的五种典型数控系统为载体进行编写。
- 2) 内容涵盖了数控系统的各个组成部分，既考虑每块内容的独立性又考虑系统的完整性。
- 3) 每章内容都按照数控系统介绍、硬件安装调试、软件参数设置、系统联调优化等顺序编排。
- 4) 图文并茂，简洁易懂，易于学习。
- 5) 适合在实训现场教学。

本书可作为职业院校数控技术、机械制造、机电一体化、自动控制应用和数控维护等等相关专业教材，也可作为工程技术人员的参考书。

本书由江苏联合职业技术学院无锡机电分院王晓忠、广东清新县职业技术学校梁彩霞任主编，江苏省无锡立信中等专业学校陈震乾、黄华任副主编，参加编写的还有江苏联合职业技术学院无锡机电分院时振伟、李周华、沈加敏以及江苏省无锡立信中等专业学校石阶安。全书由王晓忠统稿。在本书编写过程中，得到了江苏联合职业技术学院无锡机电分院领导及南京日上自动化设备有限责任公司等企业的大力支持和帮助，编著者在此致以衷心感谢！

由于编著者学识和经验有限，书中难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第1章 FANUC 系统 1

1.1 FANUC 系统简介 1

1.1.1 FANUC 产品简介 1

1.1.2 FANUC 产品按使用对象 分类 3

1.1.3 FANUC Oi—MD 和 FANUC Oi— Mate—MD 系统功能的区别 4

1.2 数控系统面板和机床操作面板 操作 5

1.2.1 FANUC Oi—MD 和 FANUC Oi— Mate—MD 系统面板功能键 的操作 5

1.2.2 机床操作面板的操作 7

1.3 数控系统的硬件连接 10

1.3.1 硬件的安装和连接 10

1.3.2 伺服器/放大器的连接 13

1.3.3 I/O 的连接 16

1.3.4 急停的连接 18

1.3.5 电动机制动器的连接 19

1.3.6 电源的连接及通电顺序 19

1.3.7 和计算机的连接 20

1.4 系统基本参数设定 20

1.4.1 启动准备及基本参数设定 20

1.4.2 与轴设定相关的 NC 参数初始 设定 22

1.4.3 与轴设定相关的 NC 参数 22

1.4.4 FSSB 的初始设定 25

1.4.5 伺服的初始设定 27

1.4.6 伺服参数的初始设定 29

1.4.7 与主轴相关的 NC 参数的初始 设定 31

1.5 PMC 调试步骤 32

1.5.1 存储卡格式 PMC 的转换 32

1.5.2 不同类型的 PMC 文件之间的 转换 33

1.5.3 I/O 模块设置 34

1.5.4 PMC 各个地址说明 35

1.5.5 操作变更 38

1.6 加工功能的调试 38

1.6.1 刚性攻螺纹 38

1.6.2 主轴定向 41

第2章 SIEMENS 系统 44

2.1 SIEMENS 系统简介 44

2.1.1 SIEMENS 数控系统 44

2.1.2 驱动器部件 46

2.2 系统连接 48

2.2.1 部件说明 48

2.2.2 电气设计的重要事项 53

2.3 系统初始化和调试 56

2.3.1 RCS 802 工具介绍 56

2.3.2 安装显示语言 59

2.3.3 系统初始化 60

2.3.4 用 CF 卡进行语言安装、在 线帮助文件安装、初始化文 件传输 61

2.3.5 NC 调试 63

2.4 PLC 调试 70

2.4.1 PLC 应用程序的设计 70

2.4.2 PLC 用户程序的调试 70

2.4.3 PLC 用户报警 71

2.5 驱动器调试 74

2.5.1 驱动器的固件升级 76

2.5.2 驱动器的初始化 78

2.5.3 驱动器的自动配置 80

2.5.4 驱动调试向导中的诊断 功能 82

2.6 数据的备份 87

2.6.1 数据内部备份 87

2.6.2 数据外部备份 87

第3章 MITSUBISHI 系统 90

3.1 MITSUBISHI 系统简介 90

3.1.1	MITSUBISHI 数控系统	90	4.2.7	数控装置与手持单元的 连接	138
3.1.2	系统组成	91	4.2.8	数控装置与主轴装置的 连接	140
3.2	E60、M64 系统的硬件 连接	92	4.2.9	数控装置与进给驱动装 置的连接	148
3.2.1	E60-NC 连接	92	4.2.10	急停与超程解除的设计	162
3.2.2	基本 I/O 连接	96	4.2.11	电磁兼容性设计	164
3.2.3	M64S-NC	98	4.3	参数设置	172
3.2.4	伺服系统的连接	100	4.3.1	概述	172
3.2.5	E60/M64 系列系统连接 总图	101	4.3.2	参数查看与设置	173
3.3	外围线路的检查及系统 上电	102	4.3.3	输入权限口令	176
3.4	系统参数的设定	103	4.3.4	修改权限口令	176
3.4.1	基本参数的设定	103	4.3.5	设置参数出厂值	177
3.4.2	轴参数的设定	105	4.3.6	参数恢复前值	178
3.4.3	原点复归参数	105	4.3.7	参数详细说明	178
3.4.4	伺服参数的设定	106	4.3.8	参数备份恢复与批量调试	186
3.4.5	主轴参数的设定	108	4.4	运行与调整	187
3.4.6	机械误差	109	4.4.1	运行前检查	187
3.4.7	PLC 参数设定	109	4.4.2	试运行	188
3.5	PLC 程序的输入	109	4.4.3	PLC 调试	195
3.5.1	PLC4B 格式 PLC 传输	110	4.4.4	连接机床调试	197
3.5.2	GPPW 格式 PLC 程序输入	111	4.4.5	主轴 D/A 参数调整	200
3.5.3	PLC 系统部分运行测试	113	4.5	典型设计举例	201
3.6	资料备份及恢复	113	4.5.1	概述	201
3.6.1	RS-232C 传输方式	113	4.5.2	数控铣床系统设计举例	201
3.6.2	资料备份卡存储方式	114	4.5.3	数控车床系统设计举例	210
第4章	华中系统	116	4.6	故障诊断	217
4.1	使用前注意事项	116	4.6.1	故障及其对策	217
4.1.1	部件结构	116	4.6.2	报警信息	226
4.1.2	安装形式	117	第5章	广数系统	229
4.1.3	环境要求	118	5.1	广数系统 GSK980TDa 介绍	229
4.2	连接	119	5.1.1	产品简介及外形	229
4.2.1	综合接线图	119	5.1.2	GSK980TDa 机床操作按键 对照	230
4.2.2	功能描述	119	5.1.3	电源适应能力	236
4.2.3	供电与接地	123	5.2	安装布局	236
4.2.4	数控装置与软驱单元的 连接	124	5.2.1	GSK980TDa 后盖接口布局	236
4.2.5	数控装置与外部计算机 的连接	125	5.2.2	接口说明	237
4.2.6	数控装置开关量输入/ 输出	127	5.2.3	总体接线图	237
			5.2.4	电柜的安装条件	237
			5.2.5	防止干扰的方法	237

5.3 接口信号定义与连接	239	5.5.3 加减速调整	256
5.3.1 驱动单元连接接口	239	5.5.4 机械零点调整	257
5.3.2 代码脉冲信号和代码方向 信号	240	5.5.5 主轴功能调整	259
5.3.3 与驱动单元的连接	240	5.5.6 反向间隙补偿	260
5.3.4 与变频器的连接	241	5.5.7 单步/手轮调整	260
5.4 参数说明	242	5.6 诊断信息	261
5.4.1 状态参数	242	5.6.1 CNC 诊断	261
5.4.2 数据参数	247	5.6.2 按键诊断	262
5.4.3 进给轴控制逻辑	251	5.6.3 NC 与 PLC 之间的诊断	263
5.4.4 加减速控制	251	5.6.4 CNC 内部状态	265
5.4.5 精度补偿	252	5.6.5 PLC 内部状态	267
5.4.6 通信控制	255	5.6.6 各地址之间数据的传递	267
5.4.7 和手轮相关的参数	255	5.6.7 PLC 数据	275
5.5 机床调试方法和步骤	255	5.7 螺补功能说明及参数 定义	277
5.5.1 急停与限位	255	参考文献	279
5.5.2 驱动单元设置	255		

第 1 章 FANUC 系统

1.1 FANUC 系统简介

1.1.1 FANUC 产品简介

FANUC 公司创建于 1956 年, 1959 年在市面上率先推出了电液步进电动机, 在后来的若干年中逐步发展并完善了以硬件为主的开环数控系统。进入 20 世纪 70 年代, 微电子技术、功率电子技术, 尤其是计算技术得到了飞速发展, FANUC 公司毅然舍弃了使其发家的电液步进电动机数控产品, 从 GETTES 公司引进直流伺服电动机制造技术。1976 年 FANUC 公司研制成功数控系统 5, 随后又与 SIEMENS 公司联合研制了具有先进水平的数控系统 7。从这时起, FANUC 公司逐步发展成为世界上最大的专业数控系统生产厂家, 产品日新月异, 年年翻新。进入 90 年代后, 其生产的大量数控机床以极高的性价比进入中国市场。FANUC 还与 GE 公司建立了合资子公司 GE-FANUC 公司, 主要生产工业机器人。

1979 年研制出数控系统 6, 它是具备一般功能和部分高级功能的中档 CNC 系统, 6M 型适用于铣床和加工中心, 6T 型适用于车床。与过去机型相比, 数控系统 6 使用了大容量磁泡存储器, 专用于大规模集成电路, 元件总数减少了 30%。它还备有用户自己制作的特有变量型子程序的用户宏程序。

1980 年, 在数控系统 6 的基础上同时向低档和高档两个方向发展, 研制了系统 3 和系统 9。系统 3 是在系统 6 的基础上简化而成的, 体积小、成本低, 容易组成机电一体化系统, 适用于小型、廉价的机床。系统 9 是在系统 6 基础上强化而成的具有高级性能的可变软件型 CNC 系统, 通过变换软件可适应任何不同用途, 尤其适合加工复杂而昂贵的航空部件或用于要求高度可靠的多轴联动重型数控机床。

1984 年, FANUC 公司又推出新型系列产品数控系统 10、系统 11 和系统 12。该系列产品在硬件方面做了较大改进, 凡是能够集成的都做成大规模集成电路。其中, 包含 8000 个门电路的专用大规模集成电路芯片就有 3 种, 其引出脚竟多达 179 个, 其他专用大规模集成电路芯片有 4 种, 厚膜电路芯片 22 种, 还有 32 位高速处理器、4Mbit 的磁泡存储器等, 元件数量比前期同类产品又减少 30%。由于该系列产品采用了光导纤维技术, 使过去在数控装置与机床以及控制面板之间的几百根电缆大幅减少, 提高了抗干扰性和可靠性。该系统在 DNC 方面能够实现主计算机与机床、工作台、机械手、搬运车等设备之间的各类数据的双向传输。该系统的 PLC 装置使用了独特的无触点、无极性输出和大电流、高电压输出电路, 能促使强电柜半导体化。此外, PLC 的编程不仅可以使使用梯形图语言, 而且还可以使用 PASCAL 语言, 便于用户自己开发软件。数控系统 10、11、12 还充实了专用宏功能、自动计划功能、自动刀具补偿功能、刀具寿命管理以及彩色图形显示 CRT 等功能。

1985 年 FANUC 公司又推出了数控系统 0, 它的特点是体积小、价格低, 适用于机电一

体化的小型机床。因此,它与适用于中、大型机床的系统 10、11、12 组成了这一时期的全新系列产品。硬件组成以最少元件数量发挥最高效能为宗旨,采用了最新型的高速、高集成度处理器;共有专用大规模集成电路芯片 6 种,其中 4 种为低功耗 CMOS 专用大规模集成电路;专用的厚膜电路有 3 种。三轴控制系统的主控制电路包括输入/输出接口、PMC (Programmable Machine Control) 和 CRT 电路都在一块大型印制电路板上,与操作面板 CRT 组成一体。系统 0 的主要特点有:彩色图形显示、会话菜单式编程、专用宏功能、多种语言(汉、德、法)显示以及目录返回功能。自 FANUC 公司推出数控系统 0 以来,得到了各国用户的高度评价,成为世界范围内用户最多的数控系统之一。

1987 年 FANUC 公司又成功研制出数控系统 15,被称之为划时代的人工智能型数控系统,它应用了 MMC (Man Machine Control)、CNC 和 PMC 的新概念。系统 15 采用了高速度、高精度、高效率加工的 digital 伺服单元以及数字主轴单元和纯电子式绝对位置检出器,还增加了 MAP (Manufacturing Automatic Protocol) 和窗口功能。

FANUC 现有产品分为 CNC 产品和伺服产品两类。CNC 产品系列主要有 16i/18i/21i 系列和 FANUC PowerMatei。伺服产品系列主要有 FANUC 交流伺服电动机 β i 系列、FANUC 直线电动机 LiS 系列、FANUC 直线电动机 LiS 系列、FANUC 同步内装伺服电动机 DiS 系列、FANUC 内装主轴电动机 Bi 系列和 FANUC-NSK 主轴单元系列。

1. 数控系统分类

FANUC 数控系统早期有 3 系列和 6 系列,现有 0、10/11/12、15、16、18、21 等系列,而应用最广的是 FANUC 0 系列。FANUC 数控系统的 0 系列型号划分及适用范围如下。

(1) 0D 系列

0—TD: 用于车床。

0—MD: 用于铣床及小型加工中心。

0—GCD: 用于圆柱磨床。

0—GSD: 用于平面磨床。

0—PD: 用于冲床。

(2) 0C 系统

0—TC: 用于普通车床和自动车床。

0—MC: 用于铣床、钻床和加工中心。

0—GCC: 用于内、外磨床。

0—GSC: 用于平面磨床。

0—TTC: 用于双刀架和 4 轴车床。

Power Mate 0: 用于 2 轴小型车床。

(3) 0i 系列

0i—MA: 用于加工中心和铣床。

0i—TA: 用于车床,可控制 4 轴。

16i: 用于最大 8 轴,6 轴联动。

18i: 用于最大 6 轴,4 轴联动。

160/18MC: 用于加工中心、铣床和平面磨床。

160/18TC: 用于车床和磨床。

160/18DMC：用于加工中心、铣床和平面磨床的开放式 CNC 系统。

160/180TC：用于车床和圆柱磨床的开放式 CNC 系统。

2. 数控系统基本组成部分

典型 FANUC C 系列 CNC 系统组成。如图 1-1 所示 CNC 系统一般包括：

- 1) CNC 控制单元（数值控制器部分）。
- 2) 伺服驱动单元和进给伺服电动机单元。
- 3) 主轴驱动单元和主轴电动机。
- 4) PMC 控制器。
- 5) 机床强电柜控制信号输入/输出单元。
- 6) 机床位置和测量反馈单元。
- 7) 外部轴控制单元。
- 8) 信息输入/输出控制单元。
- 9) 网络设备。

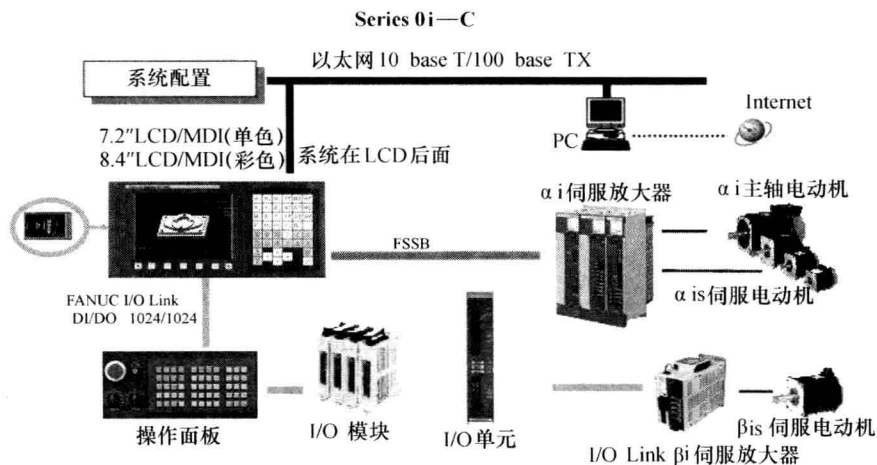


图 1-1 FANUC C 系列 CNC 系统的基本组成

1.1.2 FANUC 产品按使用对象分类

目前市场上主流的 FANUC 产品按照使用对象不同主要分为：

1. 经济型

最早的 FANUC 0TD 和 FANUC 0i—mate 系列属于经济型。这些产品一般具有同系列产品的大部分功能，能够满足一般工厂和学校的生产教学需要，用户对加工精度要求比较低。

2. 实用型

FANUC 0i 系列是由北京 FANUC 在 2000 年面向国内推出的一款实用型数控系统，该系统提供了丰富而先进的功能，特别适用于加工中心、数控铣床和数控车床。0i—D 系列还增加了以太网模块。

3. 高档型

高档型主要以 21i 和 32i 系列为代表，具有较高的纳米加工技术和较强的以太网功能，

可以实现远程控制和操作功能。

1.1.3 FANUC 0i—MD 和 FANUC 0i—Mate—MD 系统功能的区别

FANUC 0i—MD 和 FANUC 0i—Mate—MD 系统功能区别见表 1-1。

表 1-1 FANUC 0i—MD 与 FANUC 0i—Mate—MD 功能对比

功 能	FANUC 0i—MD		FANUC 0i—Mate—MD
	Package A	Package B	
最多控制伺服轴数	4		3
最多主轴个数	2		1
可连接的伺服电动机	α is, β is		β is
I/O link β 放大器	○		○(1 轴)
可连接的主轴电动机	α i, α iP, α iT, α iL, β i		β i
以太网功能	●		●
显示单元	7.2in [⊖] LCD(单色) 8.4in [⊖] LCD(彩色) 10.4in [⊖] LCD(彩色)		7.2in LCD/9in CRT(单色)
控制单元	LCD 安装型式		
插补	直线、圆弧、螺旋线、圆柱、极坐标		
最大程序容量/个数	640MB/400	320MB/400	640MB/400
最大输入/输出点数	1024/1024		240/160
伺服 HRV 控制	HRV3		HRV3
先行控制	○		×
AI 先行控制	●		●
AI 轮廓控制	●		●
PCMCIA 口	●		●
用 PCMCIA 存储卡的 DNC 运行	●		●
刚性攻螺纹	●		●
宏执行器	○(4MB/2MB/512KB)		○(512KB)
双向螺距误差补偿	○		
操作引导 0i	○		○
操作引导 i	○		○
磨削功能	○		×

注: 1. FANUC 0i—MD 系列分为 A 包和 B 包。B 包的配置相对来说比较低, 带有 MATE 系列的数控系统一般属于普及型数控系统。

2. ●为标准, ○为选择, ×为无。

⊖ 1in=0.0254m, 后同。

1.2 数控系统面板和机床操作面板操作

1.2.1 FANUC 0i—MD 和 FANUC 0i—Mate—MD 系统面板功能键的操作

图 1-2 为某型号的 FANUC 数控机床的系统面板,一般来说大多数 FANUC 的数控面板都采用了相同的系统面板,唯一不同的是它的机床操作面板。

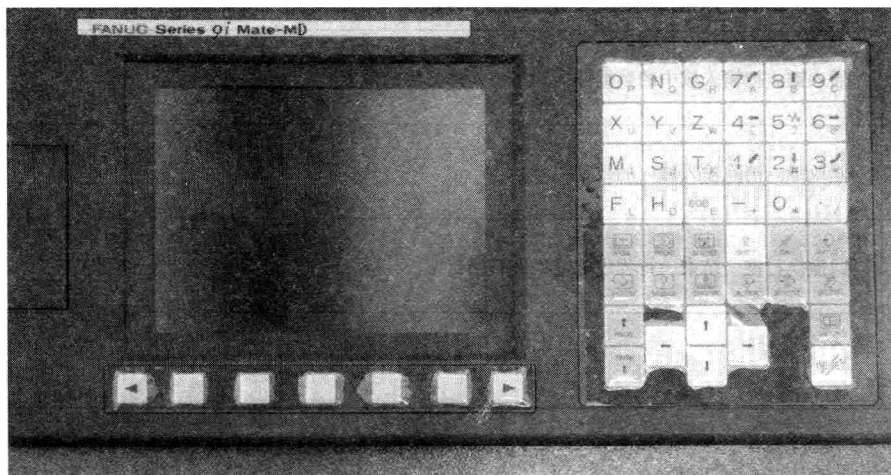


图 1-2 FANUC 系统面板

FANUC 数控系统面板上按钮的功能说明如下:

1. 页面切换键 (见表 1-2)

表 1-2 页面切换键

按键	功 能 说 明
	位置显示页面。位置显示有三种方式
	数控程序显示与编辑页面。在编辑方式下,编辑和显示内存中的程序;在 MDI 方式下,输入和显示 MDI 数据
	参数输入页面。按第一次进入坐标系设置页面,按第二次进入刀具补偿参数设置页面。进入不同的页面以后,用 PAGE 按钮切换
	系统参数设置页面
	信息页面,如“报警”
	图形参数设置页面
	系统帮助页面
	复位键。可以使 CNC 复位或者解除报警

2. 编辑键（见表 1-3）

表 1-3 页面编辑键

按键	功 能 说 明
	替代键。用输入的数据替代光标所在的数据
	删除键。删除光标所在的数据,或删除一个数控程序,或删除全部数控程序
	插入键。把输入域中的数据插入到当前光标之后的位置
	修改键。消除输入域内的数据
	回撤换行键。结束一行程序的输入并且换行
	换档键

3. 翻页按钮（见表 1-4）

表 1-4 翻 页 按 钮

按键	功 能 说 明
	向上翻页
	向下翻页

4. 光标移动（见表 1-5）

表 1-5 光标移动按钮

按键	功 能 说 明
	向上移动光标
	向下移动光标
	向左移动光标
	向右移动光标

(续)

按键	功 能 说 明
	软键。根据不同的画面,软键有不同的功能。软件功能显示在屏幕的底端
	菜单继续键(最右边的软键)
	菜单返回键(最左边的软键)

5. 输入键 (见表 1-6)

表 1-6 输 入 键

按键	功 能 说 明
	把输入域内的数据输入参数页面或者输入一个外部的数控程序

6. 数字/字母键 (见表 1-7)

表 1-7 数字/字母键

按键	功 能 说 明
O_P N_Q G_R 7_A 8_B 9_C X_U Y_V Z_W 4_I 5_J 6_{SP} M_I S_J T_K 1_/ 2_# 3₌ F_L H_D EOB_E - + 0 . ,	用于输入数据到输入区域,系统自动判别取字母还是取数字

1.2.2 机床操作面板的操作

机床操作面板一般都是由各个厂家设计的,面板不完全相同,即使是同一型号,不同批次的产品也不完全相同,图 1-3 所示为 FANUC 公司提供的标准机床操作面板。

1. 模式选择按钮

-  AUTO：自动加工模式。
-  EDIT：直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序。
-  MDI：手动数据输入。

-  INC: 增量进给。
-  HND: 手轮模式移动台面或刀具。
-  JOG: 手动模式。手动连续移动台面和刀具。
-  DNC: 用 RS232 电缆线连接 PC 和数控机床, 选择程序传输加工。
-  REF: 回参考点。

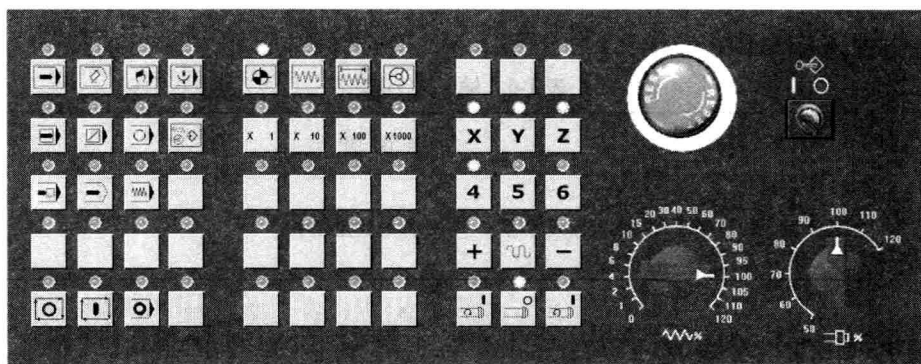


图 1-3 FANUC 标准机床操作面板

2. 数控程序运行控制开关

 数控程序运行开始。模式选择旋钮在“**AUTO**”和“**MDI**”位置时按下有效, 其余状态按下无效。

 数控程序运行停止。在程序运行中, 按下此按钮停止程序运行。

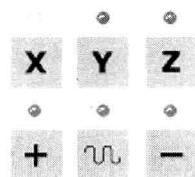
3. 机床主轴手动控制开关

 手动开机床主轴正转。

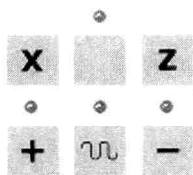
 手动开机床主轴反转。

 手动停止机床主轴。

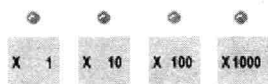
4. 其他按钮



手动移动铣床台面按钮。

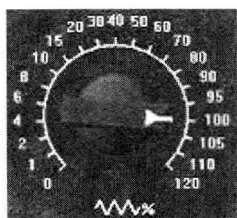


手动移动车床台面按钮。

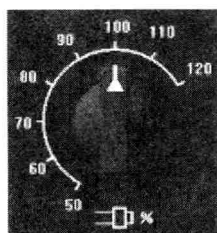


单步进给倍率选择按钮。选择移动机床轴时，每一步的距离：×

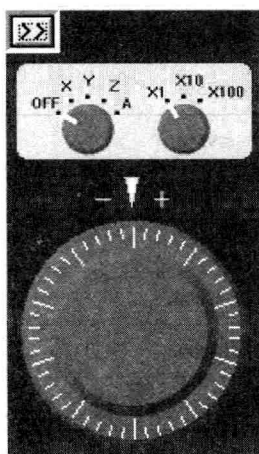
1 为 0.001mm、×10 为 0.01mm、×100 为 0.1mm、×1000 为 1mm。置光标于按钮上，单击鼠标左键选择。



进给速度 (F) 调节旋钮。调节程序运行中的进给速度，调节范围从 0% ~ 120%。置光标于旋钮上，单击鼠标左键转动。



主轴转速调节旋钮。调节主轴转速，调节范围从 50% ~ 120%。



手摇脉冲发生器 (手轮)。把光标置于手轮上，选择轴向，按鼠标左键，移动鼠标。手轮顺时针转，相应轴往正方向移动；手轮逆时针转，相应轴往负方向移动。



机床空运行。按下此键，各轴以固定的速度运动。



手动示教。



在刀库中选刀。按下此键，刀库中选刀。



程序编辑锁定开关。置于“ ”位置，可编辑或修改程序。



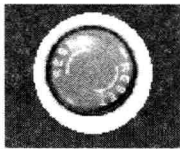
程序重新启动。由于刀具破损等原因自动停止后，程序可以从指定的程序段重新启动。



机床锁定开关。按下此键，机床各轴被锁住，只程序运行，机床不动作。



M00 程序停止。程序运行中，M00 停止。



紧急停止旋钮。

1.3 数控系统的硬件连接

数控系统硬件的连接包括伺服、输入/输出接口、急停、制动等一系列设备的安装与调试。表 1-8 为常见的硬件安装连接环境。

表 1-8 硬件安装要求的环境条件

室温	运行时	0 ~ 45℃
	存储或运输中	- 20° ~ 60℃
相对湿度	通常	≤75%
	短期(一个月)	≤95%
振动	运行时	≤0. 5g
	非运行时	≤1 g
海拔高度	运行时	≤1000m
	非运行时	≤12000m
环境	通常的车间环境(如果环境中尘土含量、切削液或有机溶液含量过高时,需另行考虑)	

1.3.1 硬件的安装和连接

安装之前，在机床不通电的情况下，按照电气设计图将 CRT/MDI 单元、CNC 主机箱、伺服放大器、I/O 板、机床操作面板和伺服电动机安装到正确位置。各厂家由于设计上的不同，电器安放位置略有不同。

1. 基本电缆连接

在基本电缆连接之前，还要做的就是清点清单，对一些小的部件一定要查实。有些设备